Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120
STAT
Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Вторая Международная конференция
Организации Объединенных Наций
по применению атомной энергии
в мирных целях

A/CONF/15/P/2221
USSR
ORIGINAL: RUSSIAN

Не подлежит оглашению до официального сообщения на Конференции

НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ЭФФЕКТИВНЫХ СЕЧЕНИЙ И ПРОЦЕССА ДЕЛЕНИЯ

(О б з о р)

(Предварительный текст доклада)

В.В.Владимирский, И.В.Кирпичников, А.А.Панов,
И.А.Радкевич и С.И.Сухоручкин

В обзор включены работы:

Ю.В.Адамчука, А.С.Данеляна, Ю.П.Добрынина, Б.Т.Ерозолимского, И.Е.Кутикова, С.С.Носкалева и М.И.Певзнера
(ИЛЭ АН СССР)

В.В.Владимирского, К.Г.Игнатьева, И.В.Кирпичникова, П.А.Крупчицкого, В.В.Окорокова, А.А.Панова, И.А.Радкевича, В.В.Соколовского и С.И.Сухоручкина
(ТТЛ АН СССР)

Е.Я.Доильницина, В.А.Парфёнова и Л.П.Хамьянова
(Физический институт Главатома)

А.А.Бергмана, А.И.Исакова, Ю.П.Попова и Ф.Л.Шапиро
(ФИАН СССР)

25 YEAR RE-REVIEW

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

I. Уран - 233

Измерение полного эффективного сечения и сечения деления урана-233 проводилось на нейтронных селекторах с механическим прерывателем (I, 2).

Методика измерений полных сечений была обычной и основывалась на определении коэффициента пропускания образцов различной толщины. В качестве детекторов использовались газовые счетчики, наполненные обогащенным BF_3 .

Определение параметров резонансных уровней в исследованной области энергий производилось по методу площадей (3) с введением поправок на эффект Допплера.

В табл. I даны параметры уровней, полученные Доильниципым, Парфёновым и Хамьяновым на механическом нейтронном селекторе Физического Института Главатома (2) с разрешением до 0,035 мксек/м.

В той же таблице приведены данные Соколовского, Владимирского, Радкевича и Панова, полученные на механическом селекторе Теплотехнической Лаборатории АН СССР (4).

Средняя плотность уровней, вычисленная по данным Доильницина, Парфёнова и Хамьянова и равная I,5 эв$^{-1}$, заметно выше, чем в результатах (4), что может быть объяснено бо́льшим числом уровней, наблюденным в первой работе, выполненной с лучшей размещающей способностью. Следует, однако, рассматривать результаты работы Доильницина, Парфёнова и Хамьянова, выполненные с разрешением в 0,03 мксек/м, как предварительные, поскольку измерения проведены с образцом одной толщины.

Отношение $\frac{\tilde{\Gamma}_n^0}{D} = I \cdot I8 \cdot I0^{-4}$ в работе этих авторов несколько отличается от данных (4).

Таблица I

E_0, эв	σ_0, барн	Γ, мв	$g\Gamma_n$, мв	$g\Gamma_n^0$, мв	σ_Γ	Ссылка
5,85±0,I						
6,30±0,03	I360±680	I20±40	0,424±0,064	0,I63±0,025		4
7,50±0,I			0,0I5	0,006	5	4
8,0±0,I			0,03	0,0I	I0	4
8,6±0,I			0,02	0,007	7	4

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

E_0, эв	σ_0, барн	Γ, мв	$g\Gamma_n$, мв	$g\Gamma_n^0$, мв	$\sigma_0\Gamma$	Ссылка
9,3±0,1			0,04	0,013	12	4
9,65±0,1						
10,44+0,05	500±200	300±100	0,53±0,048	0,187±0,15		4
11,15±0,1						
11,50			0,2	0,06		
12,82±0,05	400±150	370±160	0,511±0,061	0,160±0,017		4
	305	320	0,47	0,131		
13,5±0,1			0,041	0,011		
13,74±0,07			0,160±0,03	0,043±0,008		4
			0,18	0,05		
14,58±0,1			0,065	0,017		
15,4±0,09			0,441±0,085	0,112±0,022		
			0,31	0,08		
16,45±0,10		90±60	0,705±0,132	0,174±0,033		
			0,725	0,178		
16,99±0,1			0,069			
18,0±0,2			0,050	0,012	7	4
			0,075	0,018		
18,4±0,15			0,201	0,045		
19,17±0,15			0,289	0,066		
19,5±0,12	830±230	120±25	0,714±0,060	0,164±0,014		4
			0,122	0,027		
20,3±0,2			0,325	0,072		
20,85±0,15	1200±350	60±20	0,560±0,041	0,125±0,009		4
			0,295	0,065		
21,10±0,2			0,317	0,069		
21,44±0,2			0,181	0,039		
21,9±0,2			0,337	0,072		
22,35±0,15	660±160	450±80	2,57±0,14	0,545±0,03		4
			0,521	0,109		
22,79±0,2			0,199	0,042		
23,33±0,2			0,552	0,114		
24,40±0,2			0,139	0,028		
25,4±0,2			0,12	0,024	12	4
			0,244	0,049		

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

E_0, эВ	σ_0, барн	Γ, мВ	$g\Gamma_n$, мВ	$g\Gamma_n^0$, мВ	$\sigma_0\Gamma$	Ссылка
25,9±0,2			0,08	0,0I6	8	4
26,05±0,2			0,I47	0,029		
27,1±0,2			0,I64	0,03I		4
27,9			0,II3	0,02I		
28,55±0,2			0,I08	0,020		
29,2±0,2	280±I80	300±I50	0,965±0,I4	0,78±0,026		4
			0,228	0,042		4
29,6±0,2			0,I85	0,034		
30,0±0,2			0,I23	0,023		
30,8±0,2			0,253	0,045		
3I,3±0,3			0,588±0,II9	0,I03±0,02I		4
			0,336	0,060		
3I,9±0,2			0,255	0,045		
32,3±0,3			0,655±0,I66	0,II5±0,0I9		4
			0,06I	0,0I		
32,8±0,2			0,308	0,054		
33,4±0,2			0,I67	0,029		
33,9±0,2			0,2I0	0,036		
34,7±0,3			I,II±0,I74	0,I88±0,030		4
			0,700	0,II8		
35,3±0,2			0,275	0,046		
35,8±0,2			0,I99	0,033		
36,5±0,2			0,470	0,078		
37,0±0,3		55±25	2,I8±0,39	0,358±0,064		4
			0,460	0,075		
37,4±0,2			0,575	0,094		
38,2±0,2			0,466	0,075		
39,I±0,2			0,I59	0,025		
40,4±0,4			0,63±0,I8	0,I0±0,03		
			0,457	0,072		
4I,0±0,25			0,29I	0,045		
4I,7±0,25			0,II7	0,0I8		
42,I±0,25			0,III	0,0I7		
42,9±0,25			0,4I2	0,063		
43,5±0,4			0,22±0,040	0,034±0,006		4

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

E_0, эв	σ_0, барн	Γ, мв	$g\Gamma_n$, мв	$g\Gamma_n^0$, мв	$\sigma_0\Gamma$	Ссылка
			0,285	0,043		4
44,5±0,25			0,315	0,047		
46,2±0,25			0,248	0,036		
40,9±0,25			0,568	0,083		
47,7±0,25			0,555	0,080		
48,2±0,25						
49,0±0,5			1,35±0,39	0,193±0,056		4
49,7±0,25						
50,2±0,3						
50,9±0,3						
51,75±0,3						
54,1±0,3						
54,6±0,3						
55,5±0,6			1,41±0,35	0,189±0,047		4
56,6±0,3						
57,4±0,3						
58,0±0,7			3,2±0,7	0,42±0,09		
59,6±0,3						
61,0±0,35						
62,4±0,35						
64,2±0,35						
65,2±0,35						
66,5±0,35						
69,7±0,35						
71,5±0,35						
73,7±0,35						
77,5±0,35						
78,6±0,35						
80,5±0,35						
83,0+0,35						
84,0±0,35						

Сечение деления измерено с помощью ионизационной камеры с разрешением до 0,2 мксек/м. Камера содержала 15 мг/см^2 чистого урана-233 (5). Спектр падающих нейтронов измерялся тонким борным счетчиком, поглощение которого составляло ~ 1% для энергии нейтронов ~ 1 эв.

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Измеренный в интервале энергий от 0,026 до 36 эв относительный ход сечения деления нормировался на известное сечение в тепловой точке, равное 533 барна (6).

Ход сечения деления представлен на рис. 1, 2.

В табл. 2 даны значения величины $\sigma_{of}\Gamma$, определенные по измеренной площади резонансного уровня. Для уровней, полная ширина которых дана в табл. 1, приведены делительные ширины Γ_f .

Таблица 2

E_0, эв	$\sigma_{of}\Gamma$, барн	Γ_f, мв
1,50	5,4	
1,75	122±17	
2,23	41±4	
3,6	13±2	
4,5	4±1	
6,8	73±3	57±30
10,4	135±12	260±130
12,7	103±8	330±200
15,4	41±4	
16,4	96±15	75±50
19,0	90±9	105±40
22,4	274±20	410±120

Литература
К части I

1. Владимирский В.В., Радкевич И.А., Соколовский В.В., Труды Женевской конференции, 1955, 4
2. Владимирский В.В., Соколовский В.В., "Пульсирующие источники нейтронов для нейтронных спектрометров", Доклад, представленный на 2 Международную конференцию по применению атомной энергии в мирных целях
3. Melkonian, Havens, Rainwater, Phys.Rev., 1953, 92, 702; Hughes D.J. Journ.Nuc. Energy, 1955, 1, 237.
4. Соколовский В.В., Владимирский В.В., Радкевич И.А., Панов А.А., Атомная энергия, 1957, 2, 129
5. Владимирский В.В., Панов А.А., Радкевич И.А., Соколовский В.В., Атомная энергия (в печати)
6. Hughes D.J. and Schwartz R.B. Neutron Cross Sections Supplement № 1 to BNL-325.

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

II. Уран - 235

Измерение полного эффективного сечения и сечения деления урана-235 выполнены на механическом нейтронном селекторе (I) с разрешающей способностью 0,07 - 0,1 мксек/м.

Методика измерений полных сечений была обычной и основывалась на определении коэффициента пропускания образцов различных толщин. Детектором служили пропорциональные газовые счетчики, наполненные обогащенным BF_3.

Определение параметров резонансных уровней в исследованной области энергий (3,6 — 35 эв) производилось по методу площадей (2) с введением поправок на эффект Доплера.

В табл. 3 приведены взятые из работы (3) параметры резонансных уровней урана-235, рассчитанные по результатам измерений трех образцов. Средняя плотность уровней, определенная из наклона прямой зависимости числа уровней от энергии, равна $\bar{W} = 1{,}65 \pm 0{,}05$ эв$^{-1}$ для обоих спиновых состояний составного ядра.

Отношение средней приведенной нейтронной ширины к среднему расстоянию между уровнями равно $\overline{\Gamma_n^0}/\bar{D} = 1{,}28 \pm 0{,}33$, что несколько выше данных работы (4).

Сечение деления урана-235 измерено на механическом селекторе (I) в области энергий от 0,025 до 100 эв с разрешающей способностью 0,2 мксек/м.

Измерение проведено с помощью ионизационной камеры деления. Спектр падающих нейтронов был измерен тонким борным счетчиком, поглощение которого составляло ~ 1% при энергии нейтронов ~1 эв.

Таблица 3

E_0, эв	σ_0, барн	Γ, мв	$g\Gamma_n$, мв	$g\Gamma_n^0$ мв
3,609±0,005	320±120	80±40	0,021±0,002	0,0107±0,0011
4,85±0,01	380±190	45±22	0,0278±0,0028	0,0126±0,0013
5,47±0,02		50±20	0,0103±0,006	0,0044±0,003
5,85±0,02			0,0098±0,0015	0,0041±0,0006
6,15±0,05 x)			0,010±0,03	0,004±0,001
6,42±0,02	800±160	65±10	0,131±0,008	0,052±0,003
7,08±0,12	350±90	55±15	0,050±0,005	0,019±0,002
8,79±0,03	1150±130	130±10	0,515±0,023	0,174±0,008

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

E_0, эВ	σ_0, барн	Γ, мВ	$g\Gamma_n$, мВ	$g\Gamma_n^0$ мВ
9,30±0,03	280±140	90±40	0,087±0,009	0,029±0,003
9,82±0,05			0,034±0,003	0,011±0,001
10,2±0,1 x)			0,042±0,003	0,013±0,001
10,6±0,1			0,024±0,003	0,0075±0,0008
11,11±0,04 x)			0,027±0,004	0,0082±0,001
11,76±0,04	740±170	80±15	0,271±0,018	0,079±0,005
12,40±0,05	1400±250	80±10	0,545±0,033	0,155±0,010
13,1±0,1 x)			0,02	0,006
13,4±0,1 x)			0,032±0,011	0,009±0,003
13,80±0,05			0,104±0,008	0,028±0,003
14,15±0,07			0,138±0,012	0,036±0,004
14,62±0,07			0,088±0,009	0,023±0,003
15,42±0,08	220±100	90±35	0,117±0,011	0,030±0,003
16,16±0,08			0,21±0,02	0,052±0,005
16,8±0,9			0,106±0,011	0,026±0,003
17,1±0,1 x)			0,06	0,015
18,1±0,1			0,21±0,07	0,049±0,017
18,6±0,1			0,10±0,01	0,023±0,002
19,30±0,08	2700±500	80±10	1,57±0,11	0,357±0,025
22,2±0,2			0,15±0,03	0,032±0,006
23,0±0,2			0,30±0,09	0,063±0,019
23,7±0,1			0,89±0,09	0,183±0,019
24,5±0,1			0,31±0,04	0,062±0,08
25,2±0,2			0,29±0,04	0,057±0,007
25,8±0,2			0,24±0,05	0,047±0,009
26,7±0,2			0,35±0,17	0,068±0,033
28,0±0,2			0,44±0,20	0,083±0,038
30,1±0,3			0,34±0,10	0,062±0,020
31,2±0,3			0,58±0,10	0,105±0,020
32,3±0,3			0,85±0,12	0,145±0,020
33,9±0,3			0,77±0,10	0,130±0,020
34,6±0,4			0,64±0,08	0,109±0,015
35,4±0,3	2150±1400	155±70	4,47±0,87	0,75±0,15

x) Параметры этих уровней определены из измерений только с толстым образцом.

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

С помощью нейтронного селектора, работающего на циклотроне (5) сечение деления урана-235 было измерено в области энергии нейтронов 0,02 — 0,6 эв методом регистрации быстрых вторичных нейтронов из металлического образца урана-235 толщиною 0,0I5 г/см^2 (7). Разрешающая способность селектора составляла 4 мксек/м. Небольшая поправка на поглощение нейтронов вводилась на основании данных по измерению сечения поглощения на более толстом образце (6).

Результаты измерений сечения деления, нормированные на 582 барна при 0,0253 эв, представлены на рис. 3, 4.

Делительные ширины различных уровней, согласно работе (3) от 3,6 до I9 эв представлены в табл. 4. Необходимые для вычисления Γ_φ значения Γ были взяты из работ этих же авторов.

Таблица 4

E_0, эв	$\sigma_{0\varphi}\Gamma$, барн эв	Γ_φ, мв
0,29	I0,5 ± 0,6	-
I,I4	II,0 ± 0,4	-
2,04	I,2 ± 0,I	-
2,9	I,4 ± 0,I	-
3,I4	7,7 ± 0,4	-
3,6I	6,3 ± 0,6	32 ± 22
4,32	3,2 ± 0,5	7 ± 5
5,8	2,2 ± 0,2	45 ± 30
6,44	8,3 ± 0,7	I0 ± 2
7,I0	5,2 ± 0,5	I5 ± 6
8,8	62 ± 5	52 ± I0
9,3	I3 ± 2	47 ± 33
II,7	I0 ± 0,8	I3 ± 4
I5,7	I3 ± 2	22 ± I4
I9,3	69 ± 5	25 ± 6

3152-137

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Литература

I. Владимирский В.В., Радкевич И.А., Соколовский В.В., Труды Женевской конференции, I955, 4

2. Hughes D.I. Journ. Nuc.Energy, 1955, 1, 237.

3. Соколовский В.В., Владимирский В.В., Панов А.А., Радкевич И.А., Атомная энергия, I957, 2, I29

4. Дз, Д.Дж., Атомная энергия, I956, 5, 42

5. Никитин С.Я., Сухоручкин С.И., Игнатьев К.Г., Галанина Н.Д., Сессия Академии наук АН СССР по мирному использованию атомной энергии, издание АН (I955, стр. 87, серия физическая)

6. Никитин С.Я., Галанина Н.Д., Игнатьев К.Г., Окороков В.В., Сухоручкин С.И., Труды Женевской конференции, I955, 4

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Ш. Плутоний – 239

Параметры первого резонансного уровня плутония-239 (при энергии E_0 = 0,3 эв) играют существенную роль при расчетах реакторов на тепловых нейтронах. Опубликованные в 1955-1956 годах данные по измерению величины $\alpha = \frac{\sigma_c}{\sigma_f}$ и $\nu_{эфф}$ для нейтронов с энергиями, близкими к резонансной, недостаточно согласовывались между собой. Поэтому в 1956 году на 128-канальном нейтронном селекторе с "мигающим пучком" циклотрона методом, описанным в работе (1), были проведены измерения ν эфф в области энергий от тепловой до 0,2 эв (с разрешением 4 мксек/м). Применение толстого (4 г/см^2) металлического образца позволило свести к минимуму поправку на проницаемость образца и рассеяние нейтронов. Были получены следующие значения величины ν эфф в зависимости от энергии (принимая ν эфф в тепловой области за 100):

E_0 эв	0,07	0,09	0,1	0,115	0,135	0,160
ν эфф	97,7	93,4	93,1	90,4	85,6	80,0

3152-137

С этим же образцом и разрешением в 1,5 мксек/м были проведены измерения ν эфф в области между первым и вторым (E_0 = 7,8 эв) резонансами плутония-239. Так как величины сечений поглощения и деления в этой области сравниваются с сечением потенциального рассеяния, трудность учета рассеяния и фон от спонтанного деления плутония-240 привели к тому, что была получена лишь приблизительная величина ν эфф для этой области, составлявшая 123% от значения ν эфф в тепловой области (статистическая ошибка измерений была меньше 5%). Измерения с меньшими толщинами образцов и с несколько лучшим разрешением дали в основном те же результаты, что и описанные выше измерения с толстым образцом.

По сравнению с ураном-235 и ураном-233 у плутония-239 имеется наиболее четко выраженная резонансная структура и наименьшая плотность уровней: 0,42±0,05 эв$^{-1}$ (2) (без учета спинового состояния). В области от одного до 30 эв расположено девять сильных резонансов, параметры которых приведены в табл. 5. Эти параметры получены обработкой площадей кривых проницаемости образцов плутония-239, толщиной 8,3; 5,1; 2,0 и 1,2 атом.см^2 x 10^{-21}. Измерения производились на 256-канальном механическом спектрометре с разрешением

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

0,07 мксек/м. При расчете параметров считалось, что форма резонансных линий описывается формулой Брейта-Вигнера для одиночного уровня. Для группы уровней при I5 эв было применено графическое разделение площадей. Приведенные в табл. 5 параметры несколько отличаются от параметров, полученных при более ранних измерениях с тем же разрешением (2).

В последней графе табл. 5 приведены делительные ширины резонансов плутония-239. Для расчета были взяты величины Γ, приведенные в настоящей таблице, и ν эфф из работы (3).

Таблица 5

E_0, ev	Γ, мв	σ_0 барн	$\sigma_0\Gamma$, барн эв	$g\Gamma_n$, мв	$g\Gamma_n^0$, мв	Γ_f, мв
7,80±0,03	37±6	4900±I200	I80±20	0,535±0,054	0,I9±0,02	I7±4
I0,96±0,02	I30±I5	2240±250	290±30	I,2I ±0,I0	0,368±0,030	77±I2
II,83±0,003	52±8	3200±320	I70±20	0,73 ±0,08	0,2I ±0,03	26±6
I4,30±0,05	I00±30	II00±500	II0±20	0,60±0,I0	0,I6 ±0,03	28±I4
I4,7 ±0,05	75±I5	2500±750	I90±30	I,05±0,I4	0,28±0,04	37±I0
I5,5 ±0,08	200±40	360±90	70±I5	0,4±0,I	0,II±0,03	I55±62
I7,68±0,06	80±I0	2I00±500	I70±I7	I,04±0,I0	0,243±0,023	26±6
22,3I±0,07	55±6	4600±900	250±20	2,22±0,I6	0,472±0,034	3I±6
26,4 ±0,I	I40±30	I000±300	I40±I0	0,84±0,06	0,I64±0,0I2	-

Для тех же резонансов на 256-канальном спектрометре нейтронов с "мигающим пучком" циклотрона измерялась энергетическая зависимость величины ν эфф. Вторичные нейтроны деления из металлического образца размерами I5xI5 сантиметров и толщиной 0,5 г/см^2 регистрировались сцинтилляционным счетчиком протонов отдачи. Последний представлял из себя фотоумножитель диаметром 20 см с нанесенной на его фотокатод смесью $ZnS(Ag)$ и парафина. Такой же фотоумножитель со сплавом $ZnS(Ag)$ и декаборана $B_{10}H_{14}$ являлся детектором медленных нейтронов в измерениях проницаемости образца. В работе (3) в 1956 году аналогичным методом измерялось среднее ν эфф для каждого резонанса. В следующие годы увеличение разрешения и интенсивности счета на канал селектора позволило исследовать энергетическую зависимость ν эфф. в пределах каждого из резонансов. Для получения коротких импульсов быстрых нейтронов, направляемых на замедлитель спектрометра, было применено вертикальное

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

отклонение орбит дейтронов в камере циклотрона (4). При пролетном расстоянии в 3 м и ширине радиотехнического канала временного анализатора в 0,25 мксек разрешение спектрометра составило около 0,2 мксек/м. На рис. 5 приведены кривые пропускания, полученные в этих измерениях и ход ν эфф для отдельных резонансов. Нормирование данных для резонансной области производилось по резонансу 7,8 эв, для которого, согласно работе (3), ν эфф принималось равным 0,5 от ν эфф в тепловой области.

В области выше 30 эв существующего разрешения нейтронных селекторов недостаточно для разделения всех резонансов. Однако сравнение кривых полного сечения (2, 3) и сечения деления (3), приведенных на рис. 6 и 7, показывает, что большинство резонансов плутония-239 наблюдаются как в полном сечении, так и в сечении деления и, следовательно, имеют длительные ширины, сравнимые с полными ширинами. Исключение составляют уровни при 41 эв и 44 эв, делительная ширина которых очень мала.

3152-137

Литература

I. Никитин С.Я., Сухоручкин С.И., Игнатьев К.Г., Галанина Н.Д. Сессия Академии Наук СССР по мирному использованию атомной энергии (заседание отд. физико-математических наук). Изд. АН СССР, I955, стр. 87

2. Соколовский В.В., Владимирский В.В., Радкевич И.А., Панов А.А., Атомная энергия, I957, 2, I29

3. Кирпичников Ч.В., Окороков В.В., Сухоручкин С.И., Атомная энергия, I957, 3, 247

4. Игнатьев К.Г., Кирпичников И.В., Сухоручкин С.И., "Спектрометр нейтронов с "мигающим пучком" циклотрона". "Приборы и техника эксперимента" (в печати)

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

IV. Измерение резонансного интеграла поглощения плутония-240

При использовании реактора в течение длительного времени без замены тепловыделяющих элементов в последнем накапливается плутоний-240, который уменьшает баланс нейтронов в реакторе. Этот эффект более заметен в энергетических реакторах, которые, как правило, работают без смены блочков длительное время.

Влияние поглощения плутония-240 на реактивность котла можно учесть, если известен так называемый резонансный интеграл захвата $\int_{E_1}^{E_2} \sigma_a \frac{dE}{E}$, где σ_a - сечение захвата, E - энергия нейтронов.

Один из методов определения резонансного интеграла захвата основан на непосредственном измерении эффекта захвата по возмущению нейтронного поля, вызванному исследуемым образцом (1). Авторами (2) для измерений резонансных интегралов захвата использовалась графитовая призма с центральной полостью, в которой находился исследуемый образец. Призма устанавливалась над каналом реактора, причем спектр нейтронов формировался с помощью фильтров.

Нейтроны регистрировались борными газовыми счетчиками, расположенными равномерно по всему объему призмы. Для резонансного интеграла Pu-240 авторами получено значение $\Sigma_{40} = 9000 \pm 3000 \times 10^{-24}$ см^2.

В работе (3) резонансный интеграл измерялся с помощью известного метода котельного осциллятора. Исследовались образцы плутония с различной концентрацией Pu-239, Pu-240 и Pu-241. Поскольку у Pu-240 имеется очень мощный резонанс около I эв, то самоэкранирование образца может сильно исказить результаты. Для уменьшения этого эффекта образцы выбирались достаточно тонкими. Серия измерений состояла из последовательных осцилляций образцов. Изменение потока нейтронов, идущих из реактора, регистрировалось с помощью нейтронной камеры и записывалось электронным самопишущим потенциометром. Максимальная амплитуда колебаний мощности реактора не превышала 0,5% от установленной.

Измерения велись на тяжеловодном реакторе АН СССР при небольшой мощности (около 300 вт) без циркуляции тяжелой воды через теплообменник. До начала измерения реактор выдерживался в нерабочем состоянии в течение 1-2 дней. Тяжелая вода при этом остывала до 33-35°. Поскольку бак реактора был герметизирован, то изменения внешнего давления не сказывались на реактивности реактора.

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Для учета влияния посторонних примесей, содержащихся в исследуемых образцах (контейнер и растворители), изготовлялся так называемый фоновой образец, концентрации составных частей которого были такими же, как и у примесей в исследуемых образцах. Эффект от фонового образца вычитался из эффекта от плутониевых образцов. Чтобы исключить эффект самоэкранирования плутонием-239, содержание его во всех образцах выбиралось примерно одинаковым.

Для определения соотношения между потоками тепловых и резонансных нейтронов измерялось кадмиевое отношение для индиевых фольг.

В результате измерений, проведенных в тепловой яме реактора и в решетке, найдены следующие значения сечения захвата в тепловой точке и резонансного интеграла:

$$\sigma_a^{40} = 460 \pm 45 \text{ барн}$$

$$\Sigma_{40} = 10{\cdot}000 \pm 2{\cdot}800 \text{ барн}.$$

Нижний предел в резонансном интеграле поглощения равен 0,2 эв.

Значения резонансного интеграла поглощения, полученные в работе (3) методом, отличным от методики в работе (2), вполне хорошо согласуются между собой.

Если известны значения параметров уровней, то резонансный интеграл захвата может быть вычислен по формуле (4):

$$\Sigma_a = 2\pi^2 \sum_j \frac{\lambda_{0j}^2 g \Gamma_{nj} \Gamma_{\gamma j}}{\Gamma_j E_{0j}}$$

Здесь λ_{0j} - длина волны падающего нейтрона; Γ_{nj} - нейтронная ширина j-го уровня; $\Gamma_{\gamma j}$ - радиационная ширина j-го уровня; Γ_j - полная ширина j-го уровня; g - статистический множитель, равный единице для четночетных ядер; E_{0j} - энергия j-го резонанса. Поскольку множитель $\Gamma_{nj}\Gamma_{\gamma j}/\Gamma_j$ очень слабо зависит от энергии (при больших энергиях, когда $\Gamma_n \gg \Gamma_j$, он близок просто к Γ_γ), а $\lambda = \frac{\hbar}{\sqrt{2mE}}$, то вклад от j-го уровня пропорционален $1/E^2$. Следовательно для вычисления резонансного интеграла захвата достаточно знать параметры только нескольких первых наиболее низкорасположенных уровней, поскольку они вносят основной вклад. Такие вычисления, в которых были использованы параметры первых трех уровней, взятые из (5), дают значение:

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

$$\sum_a = (8600 \pm 2000) \text{ барн}.$$

Этот результат хорошо подтверждает данные работ (2, 3), в которых резонансный интеграл измерялся непосредственно.

Литература

I. Спивак П.Е., Ерозолимский Б.Г., Дорофеев Г.А., Лавренчик В.Н., Физические исследования, изд. АН, Москва, I955, 2I3

2. Ерозолимский Б.Г., Кутиков И.Е., Добрынин Ю.П., Певзнер М.И., Данелян Л.С., Москалев С.С., Атомная энергия, I956, 3, 27

3. Крупчицкий П.А., Атомная энергия, I957, 3, 240

4. Сегре Э., Экспериментальная ядерная физика, I955, II, 384, И.Л. М.

5. Hughes D.J. and Schwartz R.B. Neutron Cross Sections. Supplement № 1 to BNL 325.

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

У. Некоторые другие новые данные, полученные на нейтронных селекторах

I. Радий. Авторами (I) на механическом нейтронном селекторе проведено измерение полного эффективного сечения радия в области энергий 0,022 - 50 эв.

При энергии 0,537 эв обнаружен сильный уровень. Поскольку в этой области полуширина функции разрешения много меньше ширины уровня, для определения параметров, входящих в формулу Брейта - Вигнера, использовался метод последовательной коррекции экспериментальной кривой, полученной при измерении пропускания тонкого ($n\sigma_0 \ll 1$) образца (2). Авторами приводятся следующие значения параметров уровня:

E_0 (эв)	Γ эв	$\sigma_0\Gamma^2$(барн эв^2)	Γ	σ_0 (барк)
0,537±0,006	0,029±0,001	3,0 ± 0,2	0,002±0,0001	3600±150

Других уровней до 50 эв не обнаружено.

3452 - 137

2. Сечение (n, γ) - реакции хлора, железа и свинца. Работа выполнена Бергманом А.А., Исаковым А.И., Поповым Ю.П. и Шапиро Ф.Л. на нейтронном спектрометре во времени замедления, описанном ранее в работе (3).

Хлор. Уровни наблюдены при энергии 405 и 4500 эв. Для уровней при 405 эв авторы приводят следующие параметры:

$\sigma_0\Gamma_\gamma = 75\pm20$ барн эв, $2g\Gamma_n = 0{,}02$ эв.

Эти данные удовлетворительно согласуются с результатами работы (5), в которой параметры уровней определены из измерений полных эффективных сечений.

В области $E_0 < 200$ эв сечение реакции (n, γ) идет ниже $1/v$, что связано с известным отрицательным уровнем. Авторы определяют значение E - равным (-210±10 эв), что несколько отличается от данных работы (5), в которой положение уровня определялось из анализа полного сечения хлора, и оказалось равным (-140±5) эв.

Железо. Наблюдены два уровня при энергии 8 кэв и 1200 эв. Резонанс при 8 кэв обусловлен неразрешенными в данной работе уровнями при 7,2 и 8 кэв, обнаруженными в работе (6), при измерении полного эффективного сечения. Для уровня при 1200 эв авторы приводят значение $\sigma_0\Gamma_\gamma$ = (150±40) барн эв и высказывают предпо-

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

ложение, что уровень такой силы может принадлежать только основному изотопу Fe^{56} (91,7%). Отсутствие этого уровня при измерениях полного эффективного сечения авторы объясняют малой нейтронной шириной уровня, равной по их оценке примерно 0,08 эв. В работе подсчитывается значение резонансного интеграла захвата для железа, которое оказывается равным 1,45±0,15 барна, что сильно отличается от данных (7), где приводится значение 2,3 барна. Причина такого расхождения не ясна.

Свинец. В работе обнаружены уровни при энергиях E_1 = 1700±150 эв и E_2 = 2800±200 эв. Авторы оценивают верхний предел значений нейтронной ширины: для уровня при 1700 эв Γ_n < 100 эв, для уровней с E_2 = 2800 эв Γ_n < 200 эв.

При измерениях полного эффективного сечения свинца, которые проводились различными авторами, эти уровни не были обнаружены, что вполне можно объяснить тем, что уровни имеют очень малую нейтронную ширину.

3. Исследование сечения рассеяния тентала, платины и др. в области 1-30 эв.

В.В.Окороковым исследовалась энергетическая зависимость числа медленных нейтронов, отраженных от толстых образцов различных элементов. Исследуемые образцы помещались в камере рассеяния под углом 45° к оси пучка нейтронов. Отраженные нейтроны регистрировались счетчиками, помещенными сбоку от образца. Импульсы от счетчиков поступали на вход 112-канального временного анализатора.

Источником нейтронов служил "мигающий" циклотрон Теплотехнической лаборатории Академии наук СССР.

Литература

1. Певзнер М.И., Данелян Л.С., Адамчук Ю.В., Атомная энергия, 1956, 4, 67
2. Sailor, Phys.Rev., 1953, 91, 53.
3. Бергман А.А., Исаков А.И., Мурин И.П., Шапиро Ф.Л., Штранх И.В., Казарновский М.В., Труды Женевской конференции, 1955, 4
4. Brugger R.M., Evans I.E., Joki E.G., Shankland K.S. Phys. Rev., 1956, 104, 1054
5. Hughes D.J. and Schwartz R.B., приложение к BNL-325, 1957

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

6. Спивак П.Е., Ерозолимский Б.Г., Дорофеев Г.А., Лавренчик В.И., Физические исследования, М., I955, 2I3
Климентьев В.Б., Грязев В.М. , Атомная энергия, I957, 3, 507

нл

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

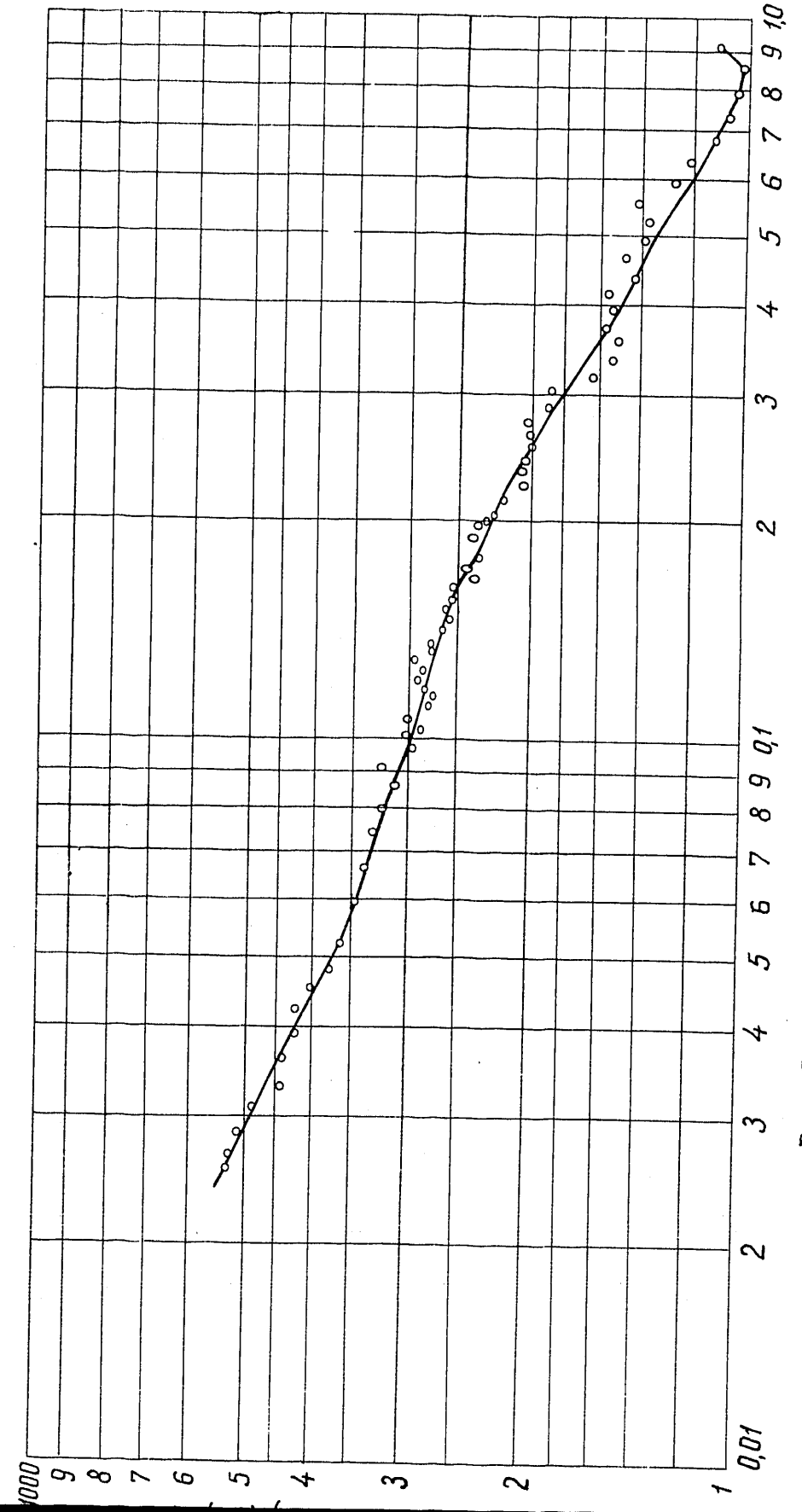


Рис. 1. Сечение деления урана-233 как функция энергии в области энергий 0,025 — 1 эв

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

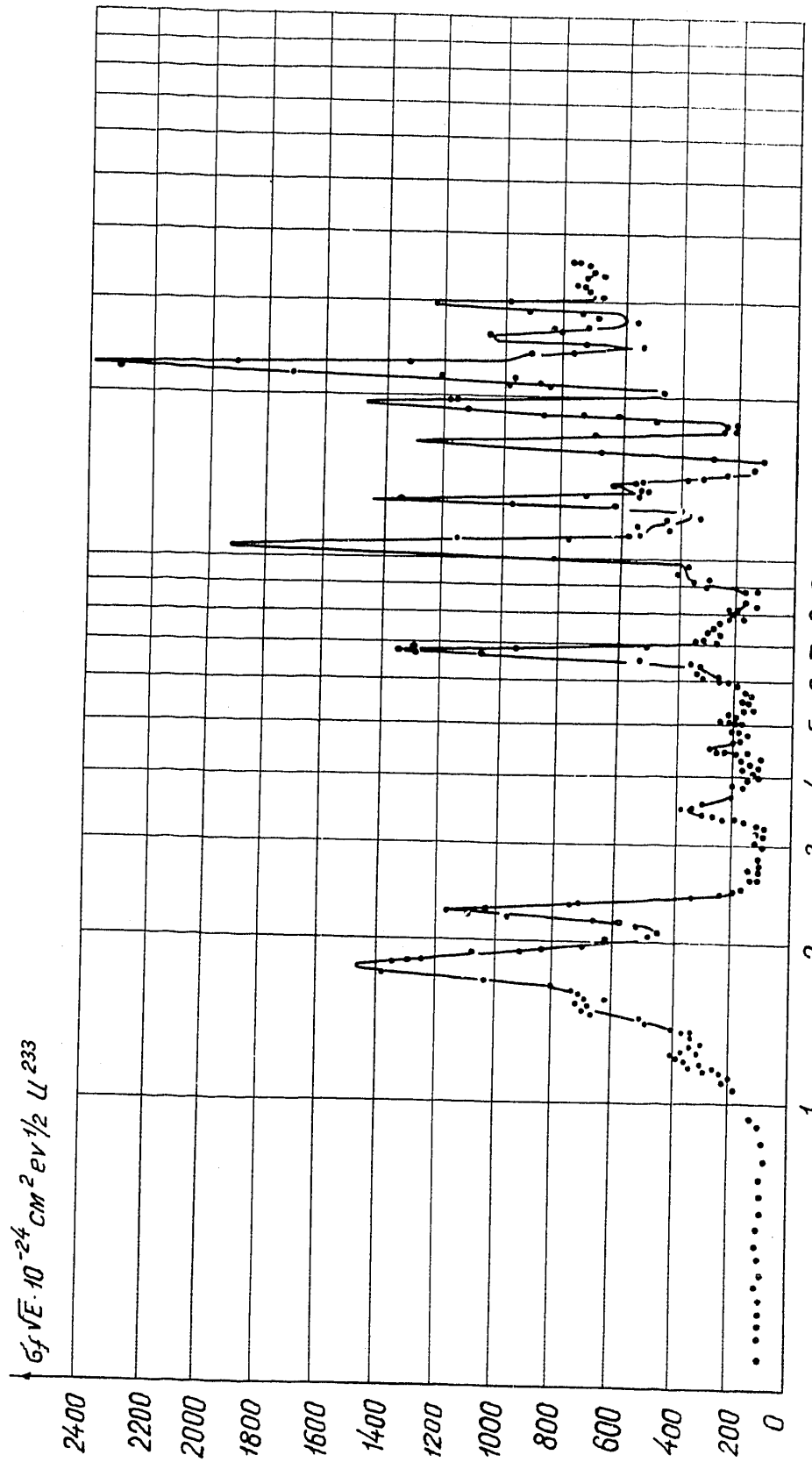


Рис. 2. Сечение деления урана-233 как функция энергии в области 1-30 эВ

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

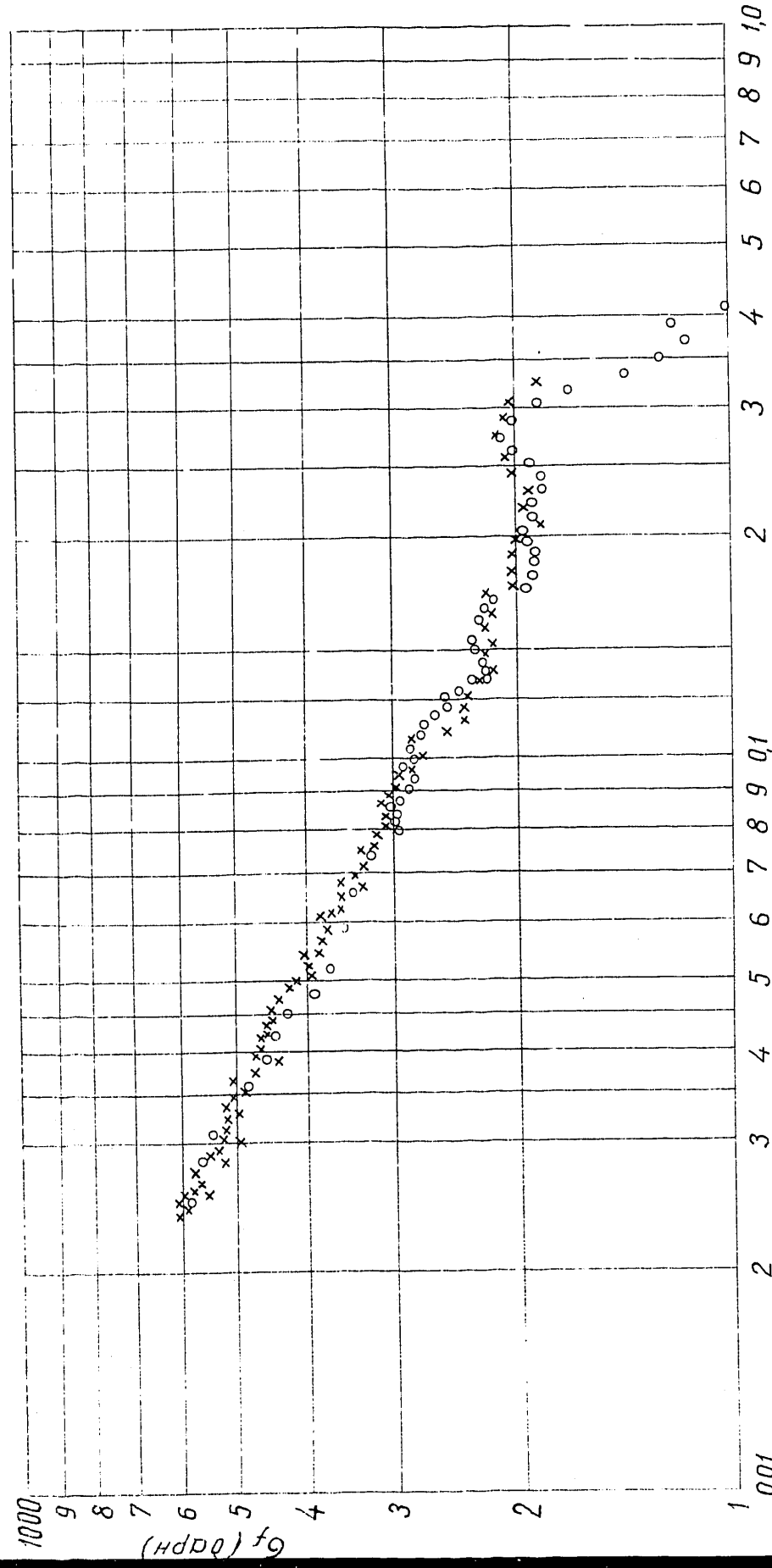


Рис. 3. Ход сечения деления урана-235 в зависимости от энергии в области от 0,025 – 1 эв. ○ – данные работы (3); × – данные И.Б. Киргинникова, В.В.Окорокова и С.И.Сухоручкина

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

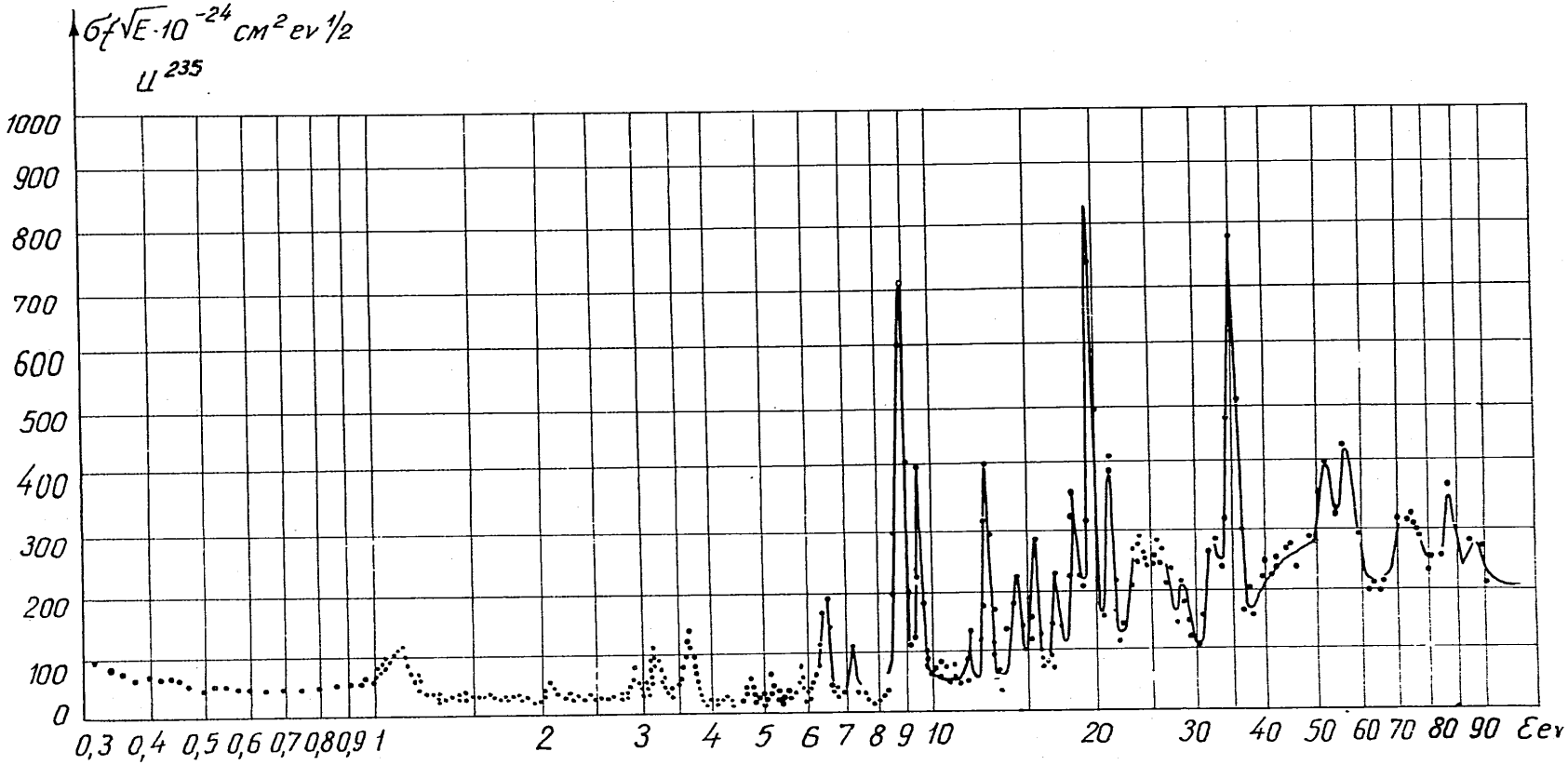


Рис. 4. Ход сечения деления урана-235 в зависимости от энергии

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9
Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

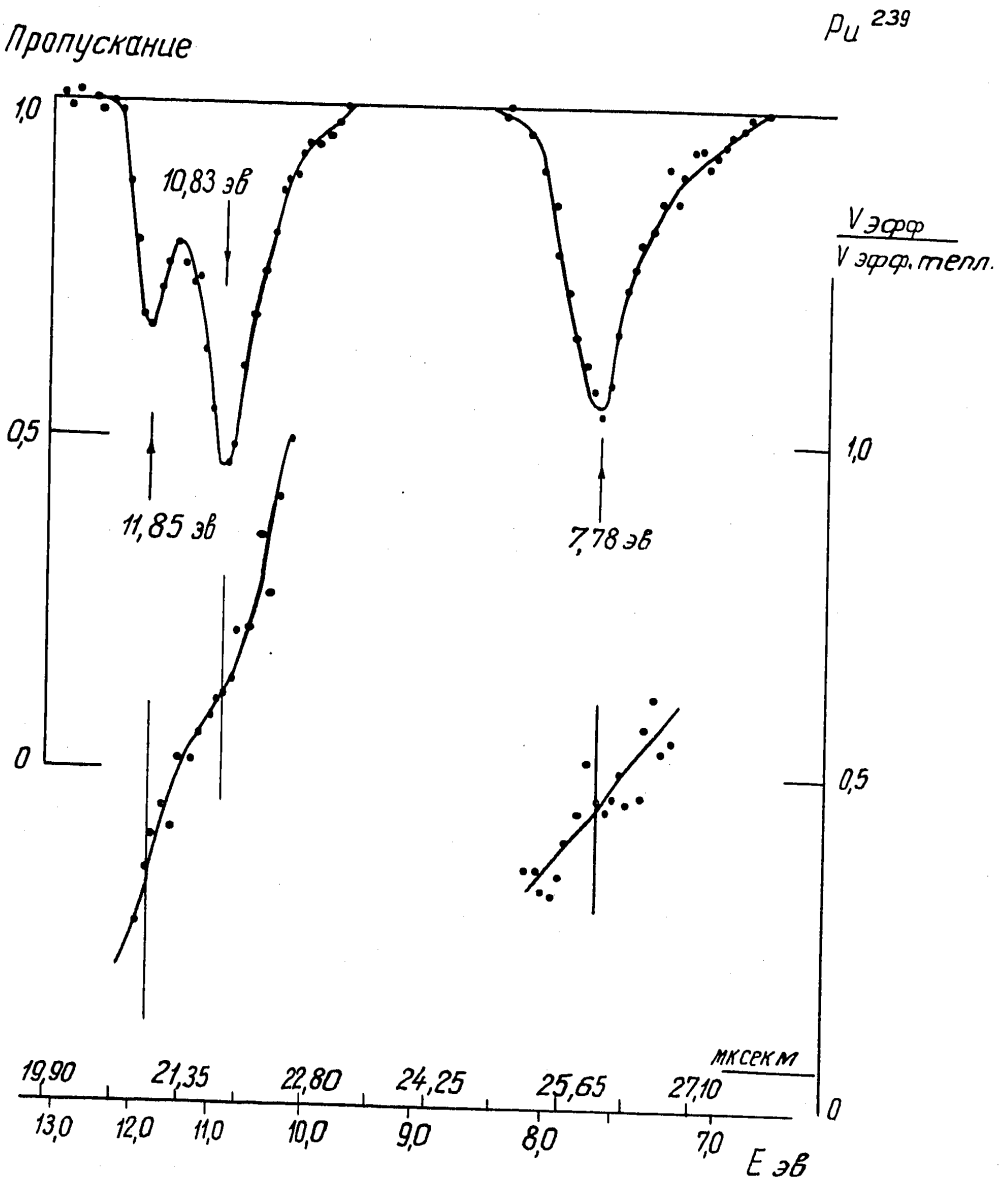
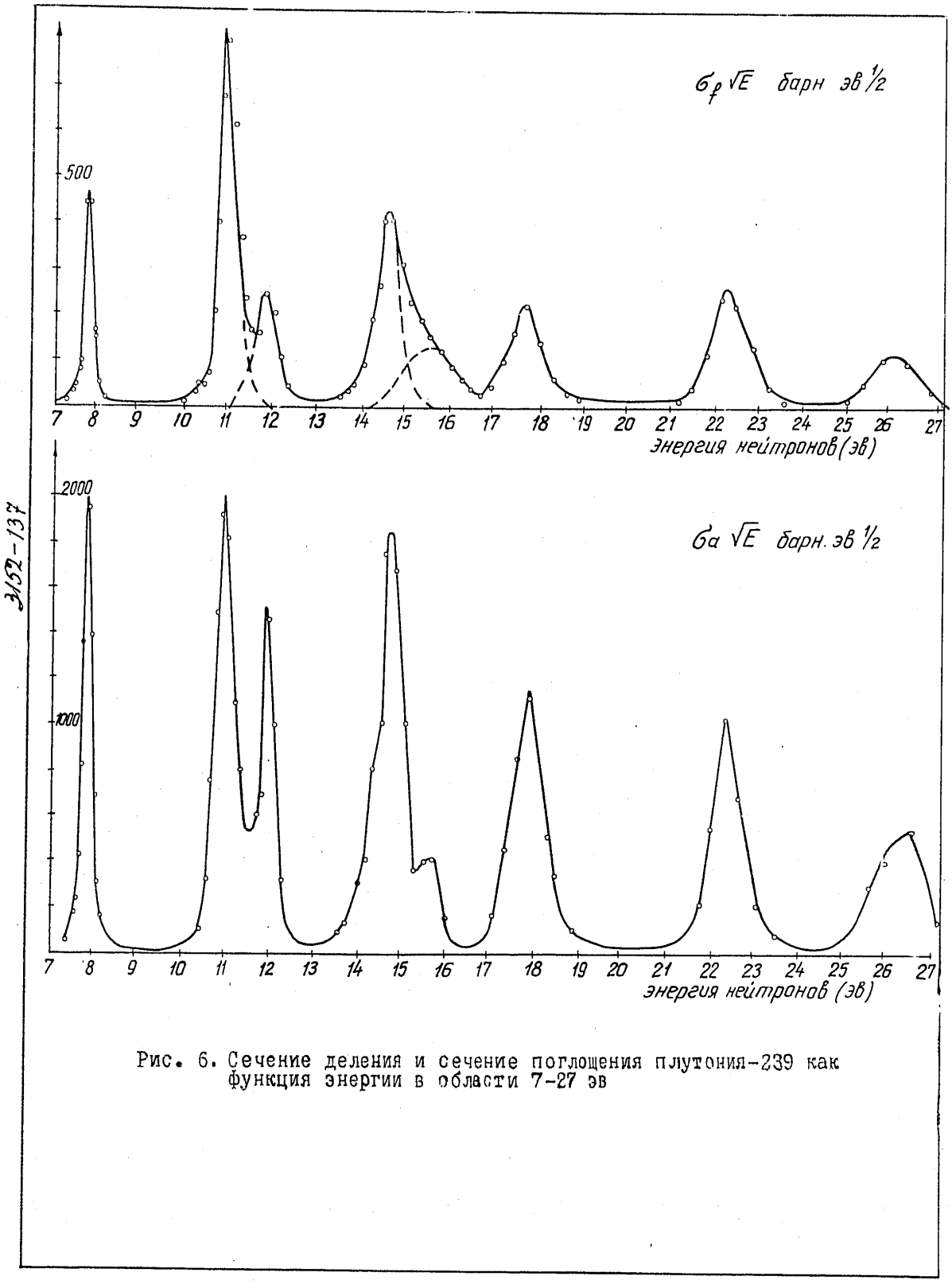


Рис. 5. Зависимость $V_{эфф}$ от энергии нейтронов плутония-239 в области резонансов 7,78; 10,83 и 11,85 эв (предварительные данные). В верхней части рисунка приведены кривые пропускания образца

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9



Э/52-137

Рис. 6. Сечение деления и сечение поглощения плутония-239 как функция энергии в области 7-27 эв

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9

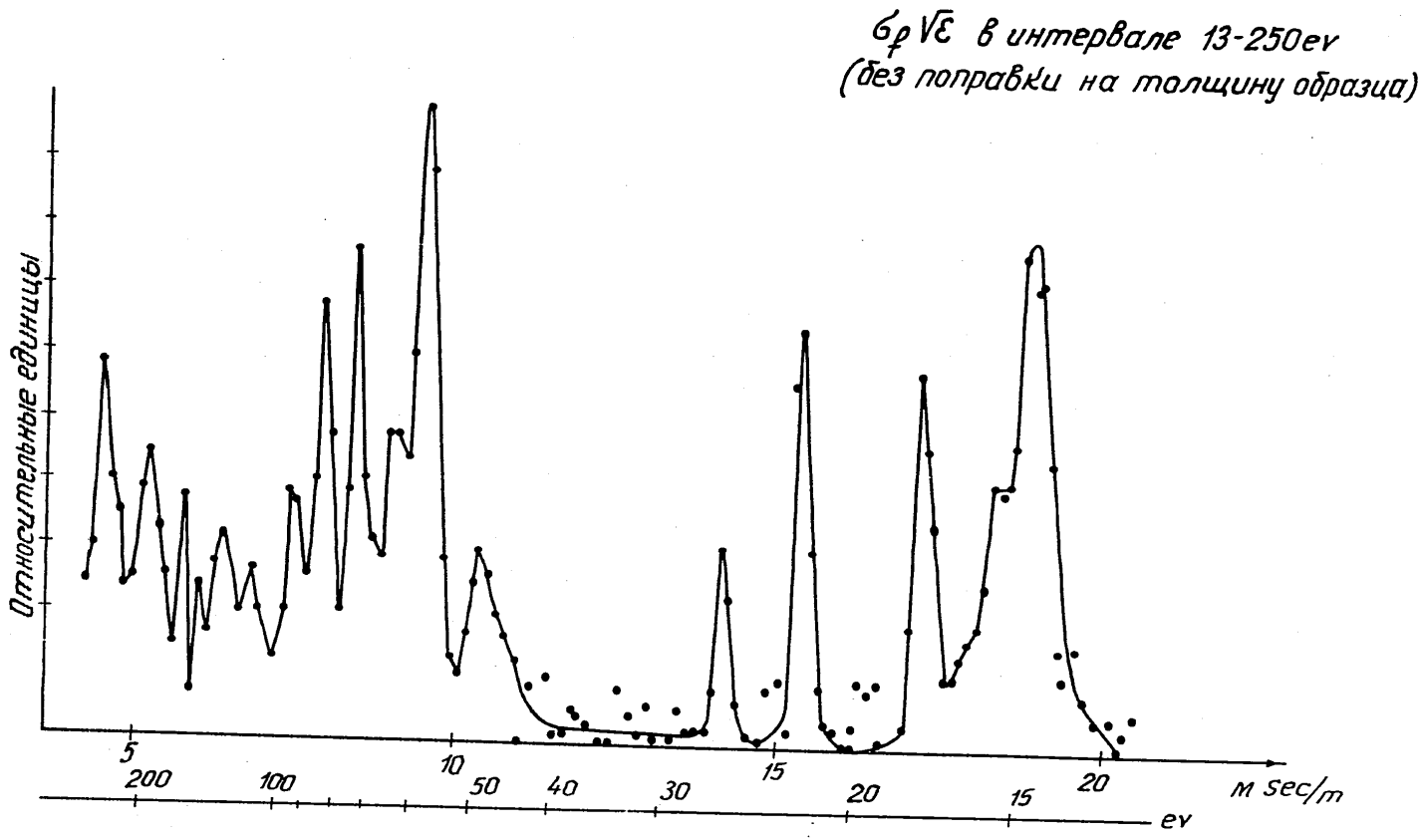


Рис. 7. Сечение деления плутония-239, измеренное по выходу вторичных нейтронов из образца толщиной 0,5 г/см^2

Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9
Approved For Release 2009/08/19 : CIA-RDP88-00904R000100120045-9